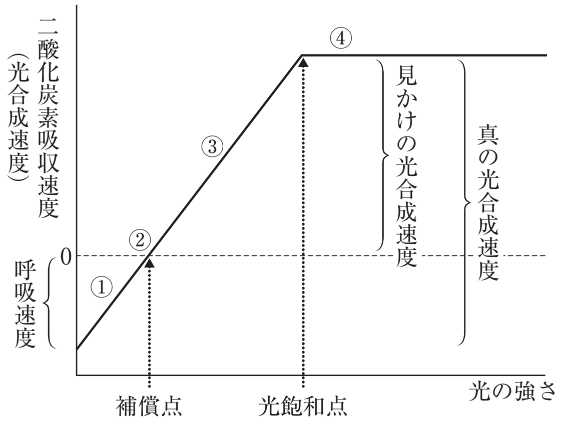
第９講　光合成②

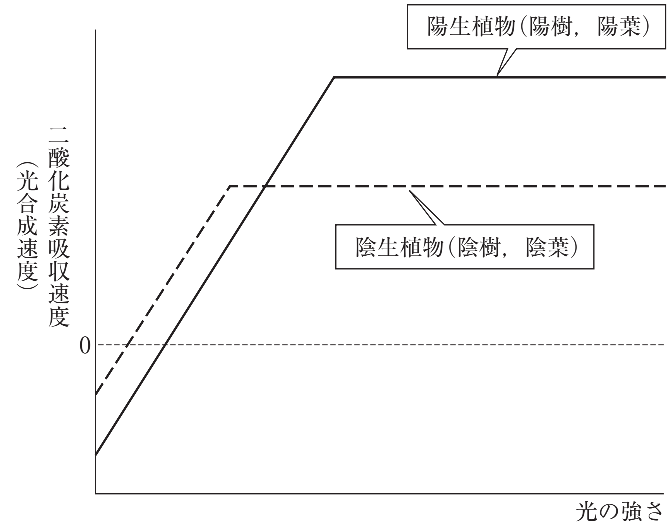
■光ー光合成曲線



（真の）光合成速度
＝見かけの光合成速度＋呼吸速度

①弱光条件では呼吸速度＞光合成速度
②補償点では，呼吸速度と真の光合成速度が一致しており，見かけの光合成速度＝0となる。
③呼吸速度＜光合成速度で見かけの光合成速度が正になる。
④強光条件では光合成速度は一定になる。（光飽和）

◆葉の構造と光合成曲線



葉は厚く，小型。クチクラが発達し，気孔の数は多め。陰生植物はその逆。

陽生植物

同化組織（特にさく状組織）が発達，
呼吸量も大きいが，光飽和しにくい。
　ex ヒマワリ，バラ，マツ

陰生植物

同化組織の発達は見られず。
呼吸量を抑え，補償点が小さい。
葉が薄く，光飽和しやすい。
　ex シダ，シイ，ブナ

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■細菌の炭酸同化

◆光合成細菌　…　一部の細菌は光合成によって炭酸同化を行う

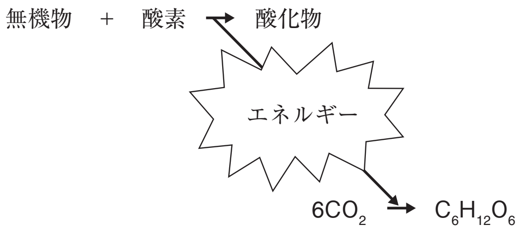
・光合成色素として，バクテリオクロロフィルを利用　　ex　紅色硫黄細菌

・水素源(電子源)として水ではなく，硫化水素を利用　　　　緑色硫黄細菌

$$6CO_2 + 12H_2S \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

◆化学合成細菌　…　一部の細菌は化学合成によって炭酸同化を行う

・無機物の酸化によって生じるエネルギーを用いて，二酸化炭素から糖を合成



ex　亜硝酸菌　$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O$

硝酸菌　$2HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3$

硫黄細菌　$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2S + 2H_2O$

鉄細菌，メタン細菌，水素細菌 など

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　演習問題

〔1〕

植物の光合成は，葉肉の細胞内の葉緑体で行われる。内部にはチラコイドと呼ばれる扁平な袋状の膜構造がみられ，その間を埋めている基質部分をストロマという。光合成は，多くの研究から大きく５つの反応に分けることができる。

反応１　光エネルギーの吸収
反応２　水の分解および酸素の放出
反応３　還元補酵素（NADPH）の生成
反応４　ATPの生成
反応５　二酸化炭素の固定

光合成の最初の反応は，(1)クロロフィルなどの光合成色素が光エネルギーによって活性化される反応である。光合成色素によって捕捉された光エネルギーは，(2)ATPと還元補酵素（NADPH）の化学エネルギーに変換されて，(3)二酸化炭素の固定反応に用いられる。光合成でつくられ，一時的に葉緑体に貯えられる有機物はデンプン（同化デンプン）である場合が多い。デンプンの一部はスクロースなどに変化して，葉から師管を通ってからだの各部に運ばれ，根や種子などの貯蔵組織では再び貯蔵デンプンとして貯えられたり，脂肪やタンパク質などの原料になったりする。また，一度合成された有機物も必要に応じて分解されたり，他の物質に変換されたりする。

問１　反応２が起こる光合成の過程として，最も適切と考えられるものを，以下の①～⑥から１つ選びなさい。

①　光化学系Ⅰ　②　光化学系Ⅱ　③　電子伝達系
④　クエン酸回路　⑤　オルニチン回路　⑥　カルビン・ベンソン回路

問２　反応４を行う酵素が存在する細胞内の場所として，最も適切と考えられるものを，以下の①～⑧から１つ選びなさい。

①　ミトコンドリアの内膜　②　ミトコンドリアのマトリックス
③　細胞質基質　④　葉緑体のチラコイド膜
⑤　葉緑体のストロマ　⑥　葉緑体の外膜
⑦　ゴルジ体　⑧　液胞

問３　下線部(1)にエネルギーとして効率よく吸収される光の色として，最も適切と考えられるものを，以下の①～⑥から１つ選びなさい。

①　（緑・黄）　②　（緑・青）　③　（紫・緑）　④　（黄・赤）
⑤　（青・黄）　⑥　（青・赤）

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　下線部(2)に関する記述（a～d）について，正しいものの組み合わせを，以下の①～⑩から1つ選びなさい。

a　構成要素の1つである糖は，グルコースである。

b　構成要素の1つであるアデニンは，RNAの構成要素でもある。

c　ATP分子にあるリン酸同士の結合は，高エネルギーリン酸結合という。

d　光合成の過程でのATP合成は，酸化的リン酸化と呼ばれる。

①　(a)　②　(b)　③　(c)　④　(d)　⑤　(a，b)
⑥　(a，c)　⑦　(a，d)　⑧　(b，c)　⑨　(b，d)　⑩　(c，d)

問5　下線部(3)に関する以下の文章について，空欄ア～ウに当てはまるものを，以下の①～⑩からそれぞれ1つ選びなさい。

カルビンとベンソンは，クロレラの培養液に放射性同位元素の^{14}Cを含む二酸化炭素を与え，時間とともに^{14}Cがどのような化合物に取り込まれていくのかを調べた。この反応はまず，五炭素化合物（C_5）が反応4で生産されたATPによって活性化され，二酸化炭素と反応して，2分子の三炭素化合物（C_3）の（　ア　）になる。このC_3はATPを用いて反応3で生じた（NADPH）からHを受け取り，さらに多くの酵素の働きによって六炭素化合物（$C_6H_{12}O_6$）がつくられる。一方，一部は再びC_5に戻り，回路を形成する。この回路では，1分子の$C_6H_{12}O_6$を生じる過程で,その反応を進めるために（　イ　）分子のATPと（　ウ　）分子の（NADPH）が使われる。

（　ア　）

①　ホスホグリセリン酸　②　グリセロ三リン酸
③　クレアチンリン酸　④　リブロースビスリン酸
⑤　リンゴ酸　⑥　ピルビン酸
⑦　クエン酸　⑧　グルタミン酸
⑨　乳酸　⑩　オキサロ酢酸

（　イ　）

①　1　②　2　③　3　④　5　⑤　6　⑥　9
⑦　12　⑧　14　⑨　16　⑩　18

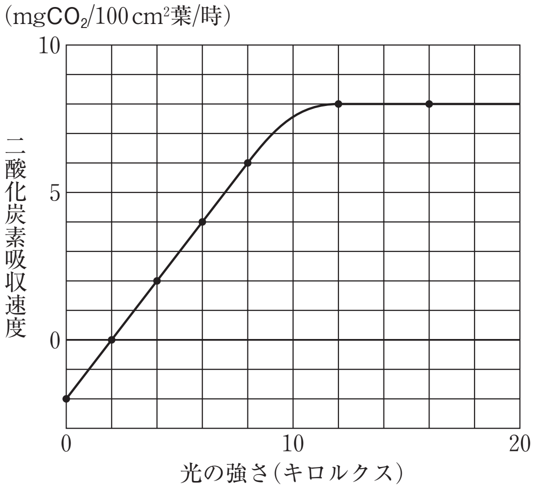
（　ウ　）

①　1　②　2　③　3　④　5　⑤　6　⑥　9
⑦　12　⑧　14　⑨　16　⑩　18

ⓒRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔2〕

ある植物Ｘの１個体がもつ二酸化炭素（CO_2）吸収能力を調べるために，植物Ｘを実験室内に植えた。実験室内は大気と同じ空気組成で，温度および湿度は一定とした。１日に明期（昼）を10時間，暗期（夜）を14時間に設定し，明期における光の強さは，20キロルクスで一定とした。また，一定の温度，二酸化炭素濃度のもとで植物Ｘの葉を採取し，二酸化炭素吸収速度と光の強さとの関係を調べたところ，下図のようになった。原子量はC＝12，O＝16，H＝1とする。



問６　植物Ｘの200cm^{2}の葉１枚を切り離して１日培養した場合，葉１枚に１日で蓄積される同化産物の量はCO_2の吸収量として何mgか，以下の①～⑩から１つ選びなさい。ただし，葉を採取したことによる光合成速度および呼吸速度への影響はないものとする。

①　31　②　52　③　72　④　74　⑤　104　⑥　144
⑦　192　⑧　240　⑨　384　⑩　480

問７　植物Ｘの１個体には面積200cm^{2}の１枚の葉と生重量２gの茎と３gの根があった。茎と根の呼吸速度を調べると，明期および暗期ともに0.4［mgO_2/g生重量/時］であった。茎と根では光合成が起こらないと仮定して，植物Ｘの１個体が１日に蓄積する同化産物の量はCO_2の吸収量として何mgか，以下の①～⑩から１つ選びなさい。

①　38　②　56　③　66　④　78　⑤　84　⑥　96
⑦　110　⑧　124　⑨　232　⑩　320

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　確認テスト

光合成に関する次の各問いに答えなさい。

光合成反応は，おおまかに以下の4つの反応過程から成る。

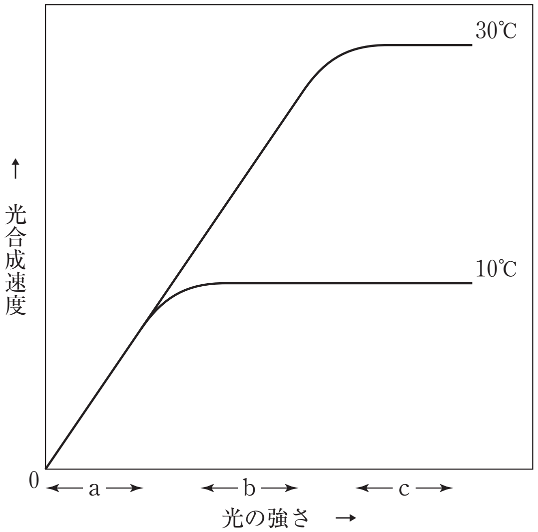
反応①　葉緑体内の［　ア　］にある［　イ　］などの光合成色素が，光エネルギーを吸収する。
反応②　吸収した光エネルギーを使って，水を分解し，［　ウ　］が気体として発生する。
反応③　反応②と同時に，“エネルギーの通貨”と呼ばれる［　エ　］が合成される。
反応④　葉の気孔から取り入れた［　オ　］を還元して，有機物を合成する。この反応は，葉緑体内の［　カ　］で行われる。

問１　文中の［　ア　］－［　カ　］に適切な語句を語群Ⅰから選べ。

語群Ⅰ

(1)　アントシアン	(2)　AMP	(3)　ATP	(4)　クロロフィル
(5)　酸素	(6)　ストロマ	(7)　窒素	(8)　チラコイド
(9)　二酸化炭素	(10)　メラニン		

問２　下図は，ある植物を10℃と30℃の温度下に置いたときの，光の強さと光合成速度の関係を表したものである。この図について述べた以下の文のうち，正しいものを全て選べ。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑴　光の強さがaの範囲のとき，光合成速度が増加していくのは，光の強さに影響されるためである。

⑵　光の強さがbの範囲のとき，30℃の光合成速度だけが増加していくのは，30℃の場合だけ温度が限定要因となるためである。

⑶　光の強さがcの範囲のとき，光合成速度を制限しているのは，10℃の場合は光の強さ，30℃の場合は温度である。

⑷　30℃の場合より，10℃の場合の方が光飽和点が低い。

問３　ある植物に，３万ルクスの光を1時間照射すると，4mgの二酸化炭素を吸収した。この植物を暗所に１時間置くと，二酸化炭素を1mg放出した。この植物の，３万ルクスの光のもとでの光合成速度は何mgCO_2/時間か，語群Ⅱより適切な数字を選べ。

語群Ⅱ

⑴　1　　⑵　2　　⑶　3　　⑷　4　　⑸　5

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　演習問題

〔1〕

問１　②

問２　④

問３　⑥

問４　⑧

問５　ア　①　　イ　⑩　　ウ　⑦

〔2〕

問６　⑤

問７　①

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　確認テスト

問１　ア　(8)　イ　(4)　ウ　(5)　エ　(3)　オ　(9)　カ　(6)
問２　(1)，(4)
問３　(5)

【解説】

問１　光合成色素はチラコイド膜に存在している。光化学系Ⅱでは，吸収した光のエネルギーを用いて水が分解され，酸素と水素イオン，電子が生じる。また電子伝達系とATP合成酵素によってATPが合成されるとともに，還元型補酵素も生成する。このATPと還元型補酵素のエネルギーによってカルビン・ベンソン回路が進行し，二酸化炭素を還元して有機物が合成される。カルビン・ベンソン回路は葉緑体のストロマで進む。

問２　最も不足する環境要因(限定要因)が変化すると，光合成速度も変化する。(1)光の強さがａの範囲のとき，光の強さを変えると光合成速度が変化しているため，光の強さが限定要因といえる。(2)光の範囲がｂのとき，30℃のグラフでは光の強さに応じて光合成速度が変化しているため，温度が限定要因とはいえない。(3)光の強さはｃの範囲のとき，10℃のグラフも30℃のグラフも光の強さを変えても光合成速度は変わらない。光の強さが限定要因ではない。(4)光飽和点とは，それ以上光を強くしても光合成速度が大きくならなくなる最小の光の強さである。あきらかに，10℃の場合の方が光飽和点は低い。

問３　光を浴びている植物は呼吸と光合成を同時に行っている。光を照射している場合，吸収している二酸化炭素の量は，光合成速度から呼吸速度を引いた見かけの光合成速度であり，実際にはそれに，呼吸で排出している二酸化炭素の量を足した分の二酸化炭素を光合成で吸収している。ゆえに，$4+1=5\,mgCO_2$/時が真の光合成速度となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。